

دراسة تأثير أنيونات (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) على خواص البنية النسيجية لجملة الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO

د. حسام الدين قواص*

د. مأمون السرميني**

تاريخ الإيداع 24 / 6 / 2018. قُبل للنشر في 26 / 8 / 2018

□ ملخص □

حضرت في هذا البحث عينتان من الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO بطريقة الترسيب المشترك باستخدام الأمونيا المركزة كعامل مرسب عند القيمة $PH = 8$ بنسبة $AC = 1 : 0.25$ من خلال مزج محاليل كلوريد الألمنيوم و كلوريد الكاديوم و كذلك مزج محاليل نترات الالمنيوم و نترات الكاديوم و أعطيت الرموز AC/Cl^- و AC/NO_3^- .

درست خواص البنية النسيجية لهاتين العينتين و قورنت مع خواص البنية النسيجية للعينة AC/SO_4^{2-} المحضرة في بحث سابق عند الشروط نفسها. بلغت المساحة السطحية النوعية بوجود الكبريتات $343 m^2/g$ لتتناقص في حالة النترات إلى $301 m^2/g$ و بحالة الكلوريد إلى القيمة $265 m^2/g$. تؤثر طبيعة الأنيونات المستخدمة على نصف قطر المسام الوسطي أيضا، حيث يزداد عند الانتقال من الكبريتات إلى الكلوريد. و بينت النتائج ازدياد نسبة المسامية الدقيقة في الاتجاه نفسه.

الكلمات المفتاحية: الأكسيد المشترك $CdO-Al_2O_3$ ، البنية النسيجية، الأنيونات

* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء-كلية العلوم- جامعة تشرين- سورية.

** مدرس - قسم الكيمياء-كلية العلوم- جامعة تشرين- سورية.

Study of the Effect of the Anions (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), on the Texture Properties of Mixed Oxide Al_2O_3 / CdO System

Dr. Husam Al-dien Kawass*
Dr. Mamoon Al sarmini**

(Received 24 / 6 / 2018. Accepted 26 / 8 / 2018)

□ ABSTRACT □

Tow samples of Al_2O_3/CdO mixed oxide were prepared by co-precipitation method at $PH = 8$ using concentrated ammonia as precipitated agent. The ratio between Al_2O_3/CdO was $AC = 1 : 0.25$. The mixed system was prepared by mixing aluminum chloride solution with cadmium chloride solution and aluminum nitrate solution with cadmium nitrate solution then the samples were named AC / Cl^- , AC / NO_3^- . Texture properties of the samples were studied and comparison with properties of AC / SO_4^{2-} sample which prepared in previous work.

The specific surface area was decreased as following : $343, 301, 265 \text{ m}^2 / g$ when SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- were used respectively. The nature of anions affected pore radii anions. The results showed the increasing of micro porosity.

KEYWORDS: Al_2O_3 / CdO system, Texture properties, Anion.

* Professor associate , chemical department, faculty of science, Teshrin University

** Assistant Professor, chemical department, faculty of science, Teshrin University

مقدمة:

تتميز جمل الأكاسيد المشتركة بامتلاكها خواص حمض-أساس وتعتمد هذه الخواص على بنيتها النسيجية ومساميتها وعلى طبيعة السطح الكيميائية، وتنتج الخاصة الحمضية عن إمكانية منح مجموعات OH السطحية للبروتون بالإضافة إلى قدرة الذرات المعدنية الموجودة في البنية الأكسيدية على اكتساب الإلكترونات إلى مداراتها الفارغة بينما تنتج الخواص الأساسية عن وجود الشحنة السالبة للأكسجين بعد منح البروتون بالإضافة إلى وجود مجموعة OH الأساسية [1].

تكون بعض الأكاسيد المعدنية فعالة في التفاعلات الحفزية حمض/أساس، فمثلاً Al_2O_3 فعال في تفاعلات نزع الماء من الأغوال والأزمره والتكسير. ويكون بعضها الآخر فعالاً في التفاعلات الحفزية أكسدة/إرجاع، مثل NiO , CdO وغيرها [2-7].

تنشأ في أثناء حدوث التفاعل الحفزي على سطوح الأكاسيد المعدنية، كما في تفاعلات الهدرجة والأزمره مركبات مرحلية تكون إما أيونية أو غير أيونية، و لا يتطلب تشكل الأنواع الأيونية بنية خاصة للمراكز الفعالة، وهي تعتمد على حمضية وأساسية السطح كما في حالة الأكسيدين: MgO , CdO اللذين يعدان من الحفازات النموذجية لتفاعلات هدرجة المركبات غير المشبعة الثنائية. أما التفاعلات التي تتضمن تشكل مركبات مرحلية غير أيونية فتتطلب تركيباً خاصاً للمراكز الفعالة للحفاز مثل ZnO/Cr_2O_3 [8].

حضرت في العقود الأخيرة هلامات الألومينا على نحو واسع، لإنتاج أنواع مختلفة من الألومينا الفعالة (Al_2O_3) لاستخدامها كمادة مازة في التطبيقات الكروماتوغرافية [9]. و تستخدم الألومينا حالياً كحامل للحفازات الأكسيدية، مثل NiO , Mo_2O_3 ... الخ [10,11] والمعدنية مثل Ni و Pt و Sn و Pd و W الخ [12-15].

تمتلك الأكاسيد المشتركة خواص حفزية أفضل من الخواص الحفزية لكل من الأكسيدين على حدى [16]، ويعزى ذلك إلى المفعول التآزري (التعاوني) و الذي يعود إلى تشكل مركب نشط جديد ناتج من التفاعل بين الأكسيدين [20][17]. تعد الأكاسيد المشتركة جمل مكونة من أكسيدين أو أكثر و تكون أحياناً محملة ومعززة، ومن أكثر هذه الجمل اهتماماً واستخداماً: SiO_2/MgC [18]، Al_2O_3/NiO [4]، V_2O_5/Al_2O_3 ، V_2O_5/MgO [18,19] وغيرها.

اهتم الباحثون في العقود الأخيرة كثيراً بتشكيل جمل متعددة المكون مثل الأكاسيد المشتركة والمحملة والمعززة؛ وذلك لزيادة فعالية وانتقائية الحفاز من جهة، و لضمان ثباته الحراري والميكانيكي ومقاومته للتبدد الحراري من جهة ثانية [16,19]. تحضر الأكاسيد المشتركة بالمزج الميكانيكي لهلامات الهيدروكسيديات أو الترسيب المشترك أو التغطية السطحية أو النقع [1,16,18,20]، ويمكن التحكم بسهولة بالتركيب الكيميائي لهذه الحفازات؛ حيث يعتمد أداء وفعالية الأكاسيد المشتركة كحفازات على تركيب الحفاز، و على بنيته النسيجية و مساميته [21].

تتأثر خواص البنية النسيجية للأكاسيد المشتركة، فضلاً عن المساحة السطحية النوعية، والمسامية، وتوزع حجم المسام، بتركيب الأكسيد المشترك وبالمعالجة الحرارية التي يخضع لها [22].

أهمية البحث وأهدافه

تتمتع الأكاسيد المعدنية المشتركة بفعالية وانتقائية عاليتين في التفاعلات الكيميائية الصناعية المتعددة مثل التفسير والتكرير والهدرجة والأكسدة والبلمرة... إلخ؛ و لهذا انصب اهتمامنا في تحضير جمل متعددة من الأكاسيد المعدنية المشتركة في شروط مختلفة، و دراسة التغيرات الحرارية وفعالية وانتقائية الحفاز وثباته الحراري وقوته الميكانيكية ومقاومته للتلدب الحراري، وكذلك تحديد خواص البنية النسيجية لهذه الأكاسيد و تأثير أنيونات $(Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-})$ على خواص الجملة: Al_2O_3/CdO .
يهدف البحث إلى دراسة تأثير أنيونات $(Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-})$ الكاديوم والألمنيوم على خواص البنية النسيجية لجملة الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO بعد تثبيت الشروط المثلى من (تركيز - سرعة تكليس - درجة حرارة التكليس زمن التكليس و pH الوسط) [23]، بطريقة الترسيب المشترك.

طرائق البحث ومواده

1. تحضير العينات:

تم تحضير جملة الأكسيد المشترك: Al_2O_3/CdO بطريقة الترسيب المشترك بالاعتماد على عمل سابق [23]، و ذلك باستخدام المحاليل المشبعة لأملاح الكاديوم والألمنيوم و محاليل مركزة للأمونيا كعامل مرسب عند قيمة $pH=8$ ، مع الاحتفاظ بهذه القيمة حتى نهاية الترسيب. بعدئذ تم تجفيف العينة ثم تكليسها عند الدرجة $400^\circ C$ لمدة ساعتين بطريقة الصعق. تبين عند تثبيت الشروط المثلى لكل من (التركيز - سرعة التكليس - درجة حرارة التكليس - زمن التكليس و pH الوسط)، أن العينة $AC_{8:1} - 0.25.SO_4^{2-}$ امتلكت أفضل سطح نوعي مقارنة بالعينات الأخرى المدروسة.

تم تحضير الأكسيد المشترك Al_2O_3/CdO (بعد تثبيت الشروط المثلى الآتية الذكر) بطريقة الترسيب المشترك وذلك بتحضير محاليل مشبعة من كلوريد الألمنيوم $AlCl_3$ ، كلوريد الكاديوم $CdCl_2.5H_2O$ ، و نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3.9H_2O$ و نترات الكاديوم $Cd(NO_3)_2.4H_2O$. بعد الترشيح تم مزج المركبات السابقة بكميات مناسبة بحيث تكون نسبة الأكسيدين Al_2O_3 / CdO (1:0.25). ثم تم إضافة العامل المرسب (محلول NH_4OH 30%) بالتنقيط مع التحريك المستمر باستخدام خلاط ميكانيكي وتم ضبط قيمة pH لنهاية الترسيب عند القيمة $pH=8$. استمر التحريك لمدة 2h وترك الهلام للترقيد لمدة 48h ومن ثم رشح على قمع بوخنر تحت الضغط المنخفض وغسل الراسب بكمية مناسبة من الماء المقطر للتخلص التام من الأنيونات Cl^-, NO_3^- ، ثم جفف الراسب في مجفف كهربائي عند الدرجة $120^\circ C$ حتى

ثبات الوزن. طحنت العينة وتم حفظها في زجاجة مصفوفة وأعطيت الرمز $AC_8:1-0.25 Cl^-$ للعينة الأولى، والرمز $AC_8:1-0.25 NO_3^-$ للعينة الثانية.

طرائق الدراسة

تم تعيين البنية النسيجية الأخرى للعينات المحضرة (المساحة السطحية النوعية، نصف قطر المسام المتوسط، حجم المسام الدقيق... الخ)، وذلك من خلال معالجة بيانات الامتزاز التي تم الحصول عليها بطريقة امتزاز غاز النتروجين عند الدرجة 77K وذلك باستخدام جهاز آلي مبرمج من نوع Gemini 2375 بعد تفريغ العينات في مفرغة ملحقة بالجهاز عند الضغط المنخفض عند الدرجة $250^\circ C$.

النتائج والمناقشة

أخذت كميّتان محددتان من العينة $AC_8:1-0.25 Cl^-$ والعينة $AC_8:1-0.25 NO_3^-$ للتكليس عند الدرجة $400^\circ C$ باستخدام بوتقات خزفية في مرمدة من نوع (Carbolite) بطريقة الصق لمدة ساعتين، وبعد ذلك تم إطفاء المرمدة وتركت العينات تبرد ببطء لليوم الثاني.

درست البنية النسيجية من تحليل البيانات الامتزازية الناتجة عن امتزاز غاز النتروجين عند الدرجة 77K، باستخدام جهاز Gemini و حسبت المساحة السطحية النوعية بتطبيق علاقة BET الخطية [24] التالية:

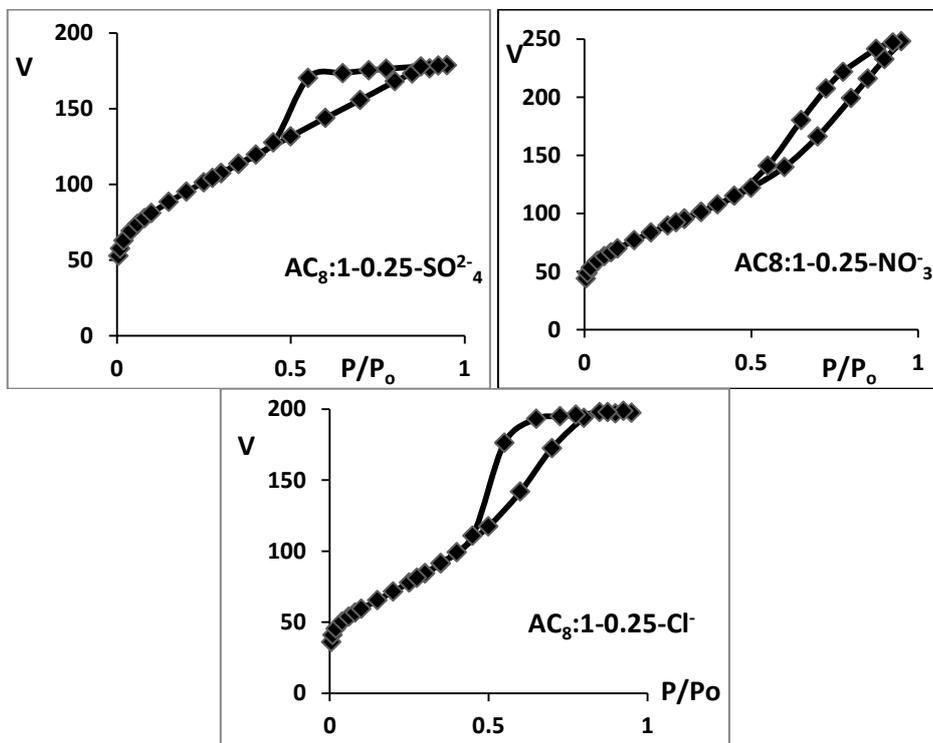
$$\frac{X}{V(1-X)} = \frac{1}{C_{BET} \cdot V_m} + \frac{C_{BET} - 1}{C_{BET} \cdot V_m} X \quad (1)$$

حيث: X قيمة الضغط النسبي، V - حجم الغاز الممتز في الشروط النظامية، V_m - سعة الطبقة الأحادية، C_{BET} - ثابت.

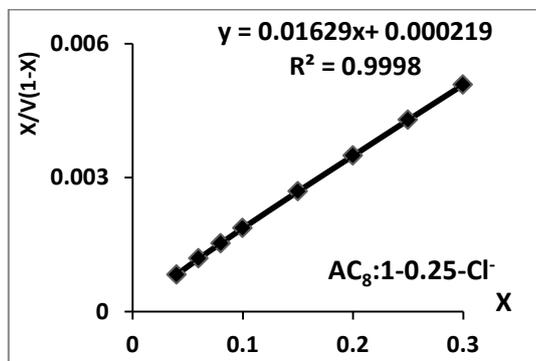
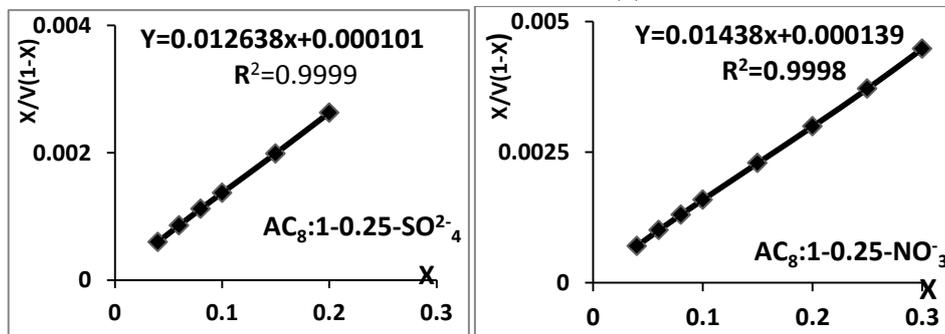
يبين الشكل (1) منحنيات الامتزاز للعينات المدروسة، ويظهر من هذا الشكل أن جميع المنحنيات تنتمي إلى النوع IV حسب تصنيف سينغ ورفاقه [25]. تظهر الأنشطة التخلفية على جميع منحنيات الامتزاز التي تنغلق عند قيمة معينة للضغط النسبي مما يدل على حدوث التكاثر الشعري في المسامات الانتقالية، وتظهر أيضاً ركة على منحنيات الامتزاز عند قيم الضغط المنخفض حتى 0.1 مما يدل على احتواء العينات على نسبة من المسامات الدقيقة. تم حساب المساحة السطحية S_{BET} من تحليل معطيات البيانات الامتزازية وفق العلاقة (1).

يبين الشكل (2) رسومات BET الخطية، لحساب قيمة الثابت C_{BET} ، وسعة الطبقة الأحادية V_m من قيم الميل والتقاطع وفق العلاقة (1)، والتي تستخدم لحساب المساحة السطحية النوعية، وذلك من خلال قيمتي الميل والتقاطع من العلاقة:

$$S_{BET} = 4.37 \times V_m \quad (2)$$



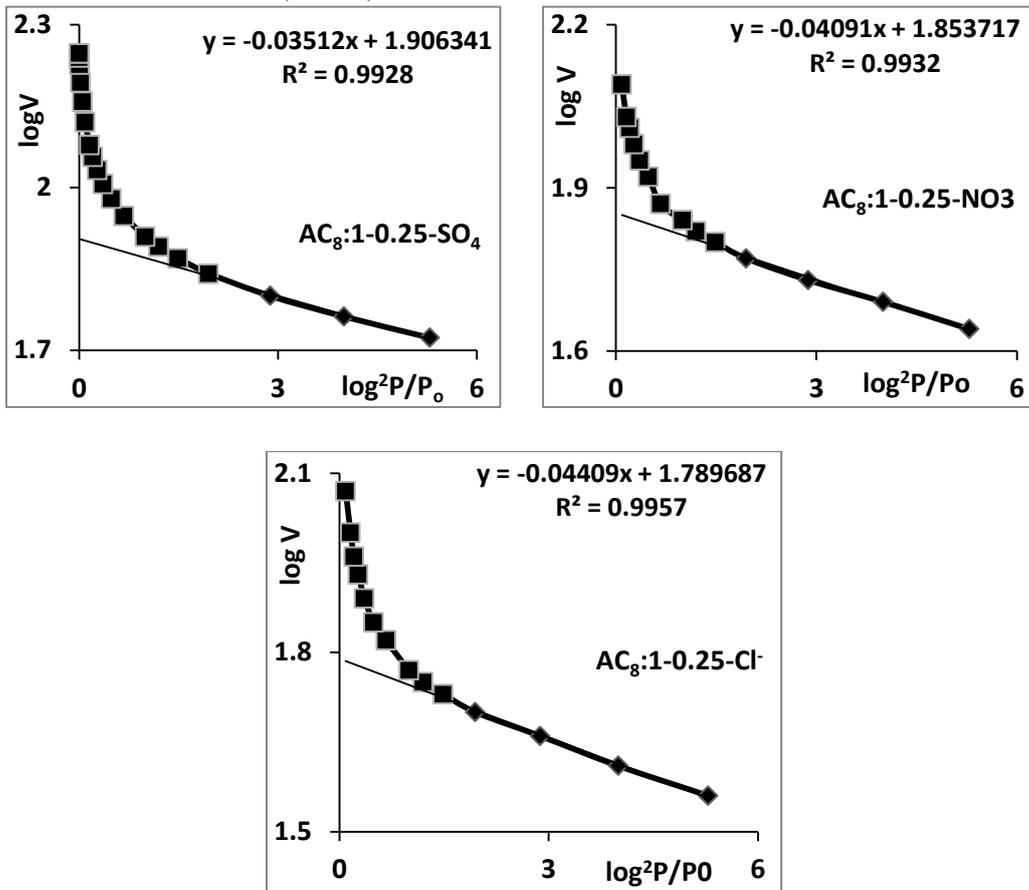
الشكل (1) يبين منحنيات الامتزاز للعينات المدروسة



الشكل (2) يبين رسومات BET الخطية

تبدي رسومات BET خطية واضحة في مجال الضغط النسبي (0.05-0.2) للعيينة $AC_8:1-0.25 SO_4^{-2}$ أما العينتان $AC_8:1-0.25 Cl^-$ و $AC_8:1-0.25 NO_3^-$ فتكون خطية على نحو واضح في مجال الضغط النسبي (0.05-0.3)، تم حساب قيمة حجم المسام الكلي V_p بوحدة ml/g وذلك عن طريق تحويل الحجم الممتز عند الضغط النسبي $P/P_o=0.95$ إلى الحالة السائلة باعتبار أن كثافة النتروجين عند الدرجة 77K تساوي 0.808 g/cm^3 و بعد ضربه بالثابت $15.47 \cdot 10^{-4}$ ، تم حساب نصف قطر المسام الوسطي \bar{r} باستخدام العلاقة:

$$\bar{r} = \left(\frac{2V_p}{S_{BET}} \right) \times 10^3 \text{ nm} \quad (3)$$



الشكل (3) يبين علاقة دوبينين رادوشكيفتش (DR)

حددنا حجم المسام الدقيق باستخدام طريقة دوبينين- رادوشكيفتش DR [26] ، وذلك بتطبيق العلاقة التالية:

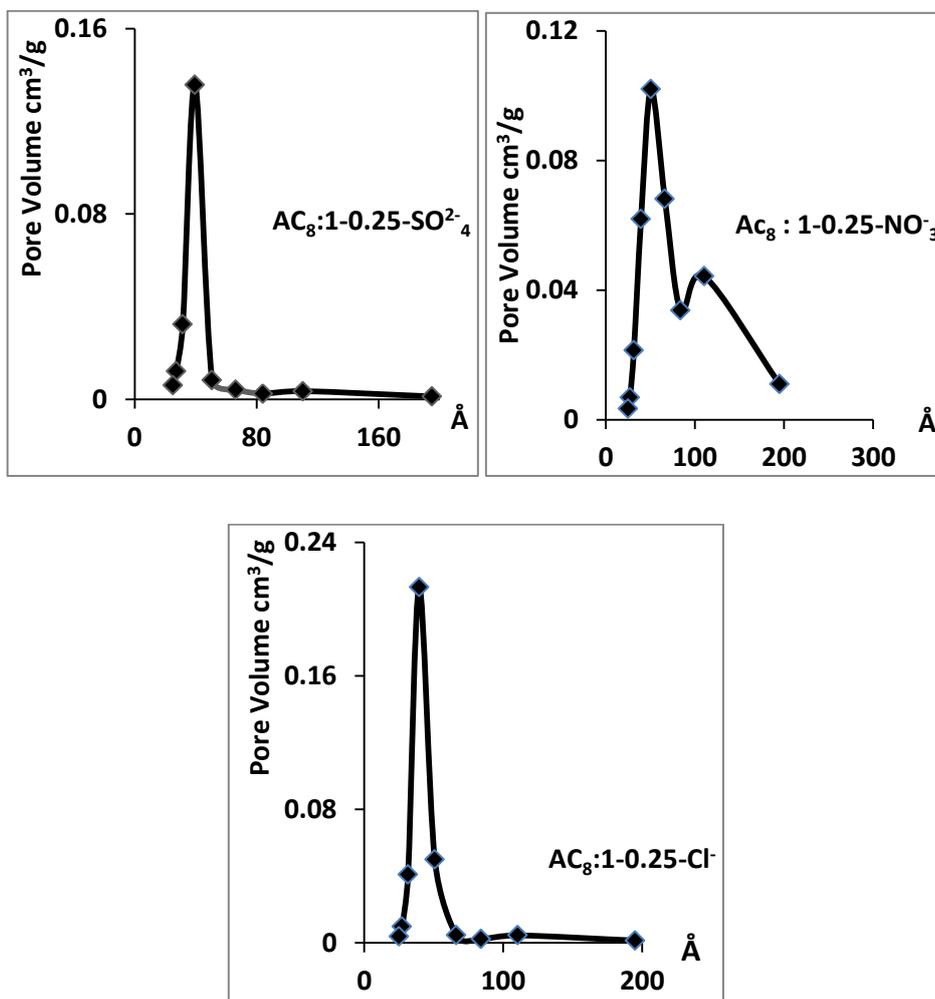
$$\log V = \log V_o - D \left(\log \frac{P_o}{P} \right)^2 \quad (4)$$

حيث: V_o - حجم المسام الدقيقة و D - ثابت دوبينين.

يلاحظ كما هو واضح في الشكل (3) من خلال المنحنيات أن المجال الخطي يقع في مجال الضغوط النسبية المنخفضة حتى 0.04 ثم يبدأ بالانحراف نحو الأعلى، ويلاحظ أن المجال الخطي للعينات متطابق تقريباً؛ مما يدل على تشابه هذه العينات من حيث احتوائها على المسامية الدقيقة.

حسبت باستخدام العلاقة (4) للجزء الخطي من المنحنيات في الشكل (3) قيمة كل من V_0 , D وذلك من التقاطع والميل، ثم حسبت نسبة المسام الدقيقة في جميع العينات، وكذلك قيمة الطاقة المميزة للامتزاز E_0 بالعلاقة:

$$E_0 = 2.8574/(D)^{1/2} \quad (5)$$



الشكل (4) توزيع حجم المسام

يزداد نصف قطر المسام الوسطي على نحو عام عند الانتقال من SO_4^{2-} إلى NO_3^- ، ثم Cl^- . و كما هو واضح من الشكل (4)، حيث منحنيات توزيع حجم المسام للعينات المدروسة، فثمة قمة عظيمة حادة (ضيقة) للعينات الثلاث (كبريتات، نترات، كلوريد) عند نصف القطر $r_p=42 \text{ \AA}$ ، في مجال المسام الانتقالية،

و تتوافق هذه القمة الحادة مع قمة عريضة عند نصف القطر $r_p=105 \text{ \AA}$ ، للعينة $AC_8 : 1-0.25NO_3^-$ و مع قمم صغيرة عريضة عند نصف القطر $r_p=105 \text{ \AA}$ فيما يخص عينتي الكبريتات و الكلوريد. يبين الجدول (1) عوامل البنية المسامية للعينات المدروسة، و يلاحظ من الجدول (1) تناقص قيمة S_{BET} بالانتقال من SO_4^{2-} إلى NO_3^- ، ثم Cl^- . ويعزى هذا التغير إلى دور الأنيونات Cl^- ، NO_3^- ، SO_4^{2-} في الأملاح المستخدمة حيث يعتقد أن أنيونات الكبريتات تلعب دوراً هيدروفيلياً (محباً للماء) و تسهم في تعزيز تجمع البنى الأولية لتشكيل البنية المسامية، والذي يسمى بالعامل الكوسموتروبي (Kosmotropic)، بينما يتناقص دور هذا العامل بالانتقال إلى أنيونات النترات و الكلوريد حيث تتناقص الخاصة الهيدروفيلية على حساب ازدياد الخاصة الهيدروفوبية و التي تؤثر سلباً على تجمع البنى الأولية وهذا ما يدعى بالعامل تشاتوتروبي (Tchototropic)، و ينعكس ذلك على تشكل البنية المسامية التي يعبر عنها من خلال المساحة السطحية النوعية و التي تتناقص حسب الترتيب التالي للأنيونات: $S_{BET} : Cl^- < NO_3^- < SO_4^{2-}$ [27,28]. و يلاحظ من الجدول (1) أيضاً أن قيم V_o والنسبة المئوية للمسامية الدقيقة في العينات المدروسة تتناقص على نحو مشابه لتغير S_{BET} .

الجدول (1) يبين عوامل البنية المسامية للعينات المدروسة

العينة	V_p ml/g	V_o ml/g	V_m ml/g	V_{meso} ml/g	v_o/v_p x 100	\bar{r}_m nm	E_o kJ/mol	D	C_{BET}	S_{BET}
$AC_8 : 1-0.25.SO_4^{2-}$	0.277	0.125	0.121	0.152	45.13	1.62	15.25	0.035	126.13	343
$AC_8 : 1-0.25.NO_3^-$	0.384	0.110	0.107	0.274	28.65	2.55	14.13	0.041	104.45	301
$AC_8 : 1-0.25.Cl^-$	0.305	0.095	0.094	0.210	31.15	2.30	13.61	0.044	75.38	265

يبين الجدول (1) أن قيم C_{BET} تدل على الألفة الضعيفة بين الماز والممتز بينما يظهر من قيم E_o المنخفضة أن الامتزاز من النوع الفيزيائي.

الاستنتاجات وتوصيات

- تناقص قيمة S_{BET} بالانتقال من SO_4^{2-} إلى NO_3^- ، ثم Cl^- .
- تزايد نصف قطر المسام الوسطي عند الانتقال من SO_4^{2-} إلى NO_3^- ، ثم Cl^- .
- تناقص V_o والنسبة المئوية للمسامية الدقيقة على نحو مشابه لتغير S_{BET} .
- نوصي بدراسة تأثير أنيونات مركبات الكاديوم والألمنيوم على الخواص حمض - أساس و اختبار الفعالية الحفزية.

المراجع:

- [1]. GATES, B.C. *Catalytic Chemistry*. ed., John Willey & Sons, Inc New York & London, 1992, 458p.
- [2]. YOUSSEF, A.M.; FAGAL, G.A.; EL-NABARAWY, T.H. *Surface and acidic properties of toward some model reactions*. AffinidadII. 1992, Vol.440, 247-251.
- [3]. EL-NARABAWY, TH; ATTIA, A.A; ALAYA, M.N. *Effect of thermal on the Structuraltextural and catalytic properties of the ZnO-Al₂O₃ system*. Material Letters, 1995, 24(5), 319-325.
- [4]. TANABE, K; Anderson, J.R and. Boudart, M. *Solid solids and bases*. Catalysis Science and Technology, Ed, 1981, Berlin and New York, Ch5, 232-273.
- [5]. TURKY, A.M. *Electrical surface and catalytic properties of NiO as influenced by doping with CuO and Ag₂O*. Appl. Catalysis A. 2003, 247(1), 83-93.
- [6]. FALCOM, H; CABENIO, R.E; FIERRO, J.L. *Correlation of oxidation states in LaFe_x Ni_{1-x}O_{3-δ} oxides with catalytic activity for H₂O₂ decomposition*. J, Catalysis, 2001, 203(2), 264-272.
- [7]. SALEM, A.M; MOKHTAR, M; EL-SHOBAKY, G.A. *Electrical properties of pure and Li₂O-doped NiO/MgO system*. Solid State Ionics, 2004, 170(1-2) 33-42.
- [8]. TANAK, K,I; OKUHARA, T. *A general aspect of catalytic hydrogenation and isomerization reactions on oxide catalyst*. J, Catalysis, 1980, 65(1), 1-8.
- [9]. LIPPENS, B.C.; STEGGERDA, J.J. *Physical and chemical aspects of adsorbents and catalysts*. Ed., B.G. Linsen, Acad. Press, London and New York, 1970, Ch. 4, 171-211.
- [10]. DDEWAELE, O; FROMENT, G.F. TAP *Study of mechanism and kinetics of the adsorption and composition of methane on Ni/Al₂O₃ and NiO/Al₂O₃*. J, Catalysis Vol. 184, 1999, 499-513.
- [11]. ZHANG, X; LIU, J; JING, Y; XIE, Y. *Support effects on the catalytic behavior of NiO/Al₂O₃ for oxidative dehydrogenation of ethan to ethylene* Appl Catalysis A, 2003, general 240. 143-150.
- [12]. SONG, C.J; KWAK, C; MOON, S.H. *Effect of fluorine addition on the formation of active species and hydro treating activity of NiWS/Al₂O₃ catalysts*. Catalysis Today, 2002, 74, 193-200.
- [13]. SZYJA, B; SZCZYGIEL, J. *Energetically preferred locations of hydrocarbons in the structure of a Pt-Sn/γAl₂O₃ catalysts*. J, Molecular catalysis A, 2004, Chemical, 219. 343-350.
- [14]. YU, H; KENNDY, E.M; UDDIN, M.Z; DLUGOGORSKI, B.Z. *Catalytic hydrodehalogenation of halon 1211 (CBrClF₂) over γ- alumina – supported Ni, Pd and Pt catalysis*. Catalysis Today, 2004, 88, 183-194.
- [15]. WEST, J; WILLIAMS, B.P; YOUNG, N; RHODES, C; HUTCHINGS, G.J. *Ni- and Zn-promotion of γ-Al₂O₃ for the hydrolysis of COS under mild conditions*, Catalysis Comm., 2001, 2, 135-138.
- [16]. GIRGIS, B.S; YOUSSEF, A.M; ALAYA, M.N. *Studies on the mixed oxide catalyst MgO-SiO₂*. Surface Technol., 1980, 9, 271-277.
- [17]. GUERRERO-PEREZ, M, O; JANAS, J; HABER, J; MACHEIT, T; MATACHOWSKI, L; FIERRO, G.L.G; BANARES, M.A. *Selective destruction of nitrogen-containing organic volatile compounds over Sb-V-O. catalysts*. Appl. Catal. B: Environmental, 2007, 71(1-2), 85-93.

- [18]. ALAYA,M,N; KARMAN,M; SAHEN,H. *Study of some surface and catalytic properties of the mixed oxide $Al_2O_3-V_2O_5$* . R.,J, Aleppo Univ., 2001, 35, 311-324.
- [19]. CORMA,A; LOPEZ NIETO, J, M; PARADES, N. *Preparation of V-MgO Catalysts nature of active species precursors*. Appl Catalysis A, 1993, 104(2), 161-174.
- [20]. GHOZZA,A,M; EL-SHOBAKY,H,G. *Effect of Li_2O -doping of CdO/Fe_2O_3 system on the formation of Nano crystalline $CdFe_2O_4$* . Material SciEng B, 2006, 127, 233-238.
- [21]. KIRUMAKKI,S,R; SHPEIZER,B,G; SAGAR,G,V; CHARY,K,V,R; CLEARFIELD,A. *Hydrogenation of naphthalene over $NiO/SiO_2-Al_2O_3$ catalysts Structure-activity correlation*. J, Catalysis, 2006, 242(2), 319-331.
- [22]. TWHGG,M,V; RICHARDSON,J,T. *Effect of alumina incorporation in Coprecipitated NiO/Al_2O_3 catalysts*. Appl. Catalysis A, 2000, 19 , 61-72.
- [23]. Roumie,A; Kawass, H, A; Al-Qadi, S. *Determination of ideal conditions to Reparation of system Al_2O_3/CdO and study the texture properties*, J, Tishreen University for Research and Scientific Studies, 2016, 39(5).
- [24]. BRUNAUER, S; EMMET, P, H; and TELLER,E. Adsorption of gases in multimolecular layers. J.Am. Chem. Soc, 1938, 60, 309-319.
- [25]. GREGG, S, S, J; SING, K, S, W. Adsorption, surface area and porosity, Academic press, London, New York, 1984.15p. 27
- [26]. Dubinin.M.M; 1975, progress in surface and membrane science, Ed. Cadenhead. D.A, Danielle. J.F and Rosen bur. G.M, Acad. Press, New York, p.1-70. 28.
- [27]. Xiaofu Hu, Zhe Tang, Yunqi Liu, Chenguang Liu, *Effect of Anions during a Solid-state Reaction Preparation of Ammonium Aluminum Carbonate Hydroxide*. 2012 International Conference on Mechanical Engineering and Material Science.
- [28]. Fernando V, Alberto M, *Specific ion effects on the electrokinetic properties of iron oxide Nanoparticles: experiments and simulations*. 2015.Chem. Phys., 17, p. 17069-17078.